

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-078338

(43)Date of publication of application : 22.03.1996

(51)Int.Cl.

H01L 21/205

C23C 16/46

C23C 16/52

C23C 16/54

(21)Application number : 06-211532

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 05.09.1994

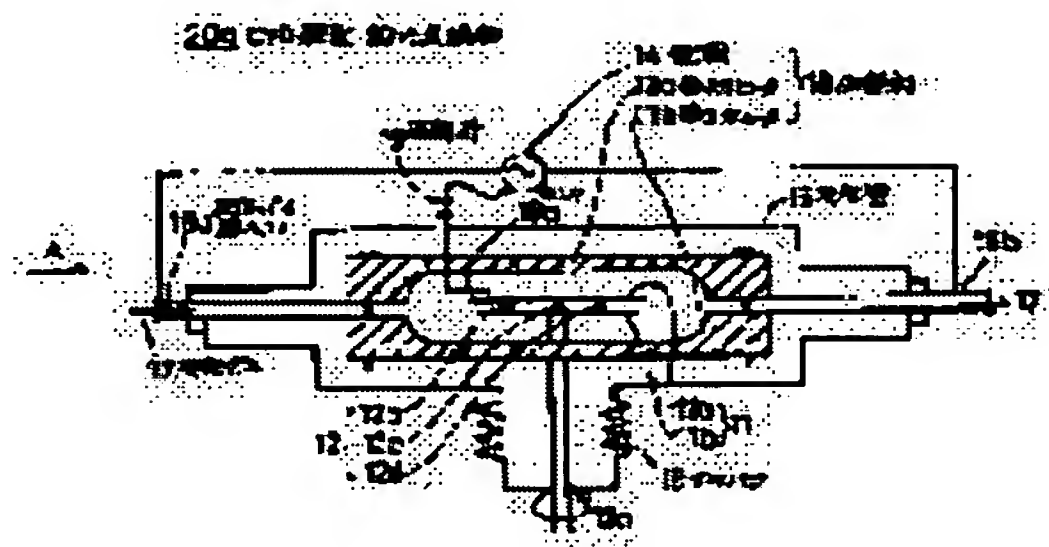
(72)Inventor : TSUKUNE ATSUHIRO

(54) SEMICONDUCTOR MANUFACTURING APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To increase the yield and the reliability of a semiconductor device manufactured by a semiconductor manufacturing apparatus by a method wherein uniform films are formed on the surface and the rear surface of a substrate in a film-formation process by a CVD apparatus.

CONSTITUTION: Heaters 13a, 13b are arranged and installed on both faces of a substrate at the inside of a reaction chamber for a CVD apparatus, and the temperature inside the face of the substrate 11 and that of both faces 11a, 11b of the substrate are made uniform. The substrate 11 is fixed in a levitated state so that a reaction gas 17 can be supplied also to the rear surface 11b of the substrate. In addition, the fixed substrate 11 is turned at a speed of 3rpm or higher, the temperature of the substrate 11 is made uniform, and the supply amount of the reaction gas 17 is made uniform. Thereby, a film having a uniform film thickness is formed.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-78338

(43)公開日 平成8年(1996)3月22日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L	21/205			
C 2 3 C	16/46			
	16/52			
	16/54			

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平6-211532

(22)出願日 平成6年(1994)9月5日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 筑根 敦弘

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

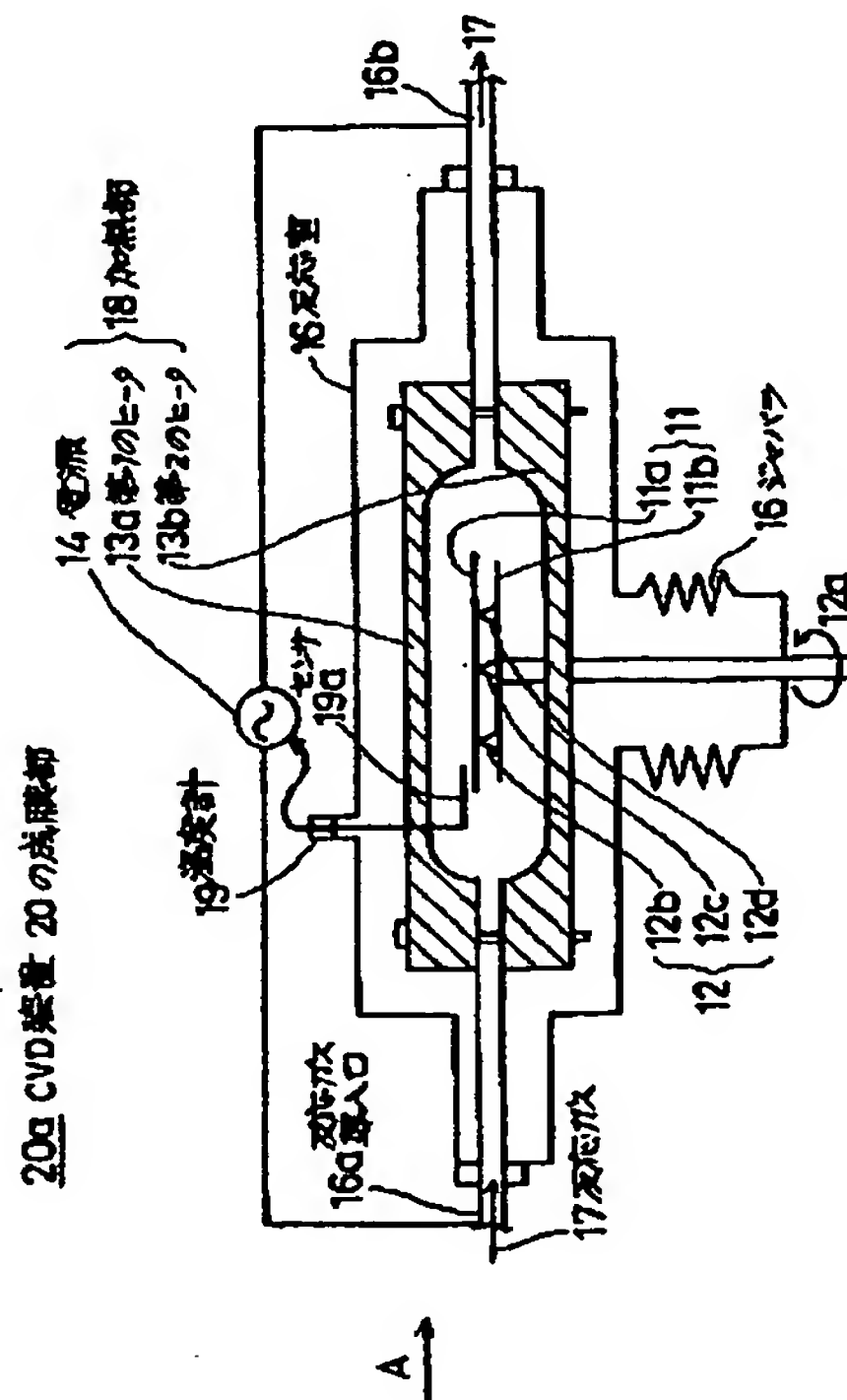
(74)代理人 弁理士 伊東 忠彦

(54)【発明の名称】 半導体の製造装置

(57)【要約】

【目的】 本発明は、半導体の製造装置に係り、CVD装置の成膜工程で、基板の上下面に均一な膜を成膜して半導体の製造装置で製造される半導体装置の歩留り、及び信頼性を上げる。

【構成】 CVD装置20の反応室の内部で基板の両面にヒーター13a、13bを配設し、基板11面内、基板両面11a、11b共に温度を均一にする。また、基板の下面11bにも反応ガス17が供給されるように基板11を浮かせた状態で固定する。更に固定した基板11を3rpm以上の速度で回転させて基板11の温度、及び反応ガス17の供給量を均一にすることによって均一な膜厚の膜を成膜する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 反応気体を導入する導入口、及び排気する排気口を有する反応室と、該反応室内で被処理基板を支持する支持部と、
電源より電力の供給を受けて該被処理基板を加熱するヒーターとよりなり、
該ヒーターが、該反応室内に設けられ、かつ該被処理基板を挟んで、対向する位置に配置されることを特徴とする半導体の製造装置。

【請求項 2】 該電源を、該ヒーターの全て、或いは一部において共通とすることを特徴とする請求項 1 記載の半導体の製造装置。

【請求項 3】 該電源が、該ヒーター毎に個々に設けられることを特徴とする請求項 1 記載の半導体の製造装置。

【請求項 4】 該ヒーターがグラファイトを母材とすることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の半導体の製造装置。

【請求項 5】 該支持部が、該被処理基板を載置して回転することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の半導体の製造装置。

【請求項 6】 該支持部が回転する速度を 3 rpm 以上とすることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の半導体の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体の製造装置に係り、特に CVD (chemical vapour deposition) 法による成膜を行う半導体の製造装置に関する。

【0002】近年、半導体装置製造のランニングコストを低減するために、半導体装置を形成するウェハの大口径化が推められている。従って半導体装置における成膜プロセスにも、より広い面積に均一な厚さの膜を成膜する技術が必要となる。

【0003】CVD 法によって成膜する膜の厚さは、温度に強く依存することより、上記要請を満たすためには成膜面内の温度を均一にすることが必要である。

【0004】また、成膜に続くエッチング等の処理をウェット処理で行うとウェハの裏表両面が処理液に晒されることにより膜の付いていない裏面が浸食されて、処理液を汚染するパーティクルを発生する。これを回避するためにはウェハの両面同時に成膜を行うプロセスの開発も重要な技術である。

【0005】

【従来の技術】CVD 法によって成膜される膜の堆積速度は温度に強く影響され、CVD 法で使用する温度の範囲では一般に成膜環境が高温である方が堆積速度が大きくなる。よって、被処理基板となるウェハの近傍にヒーターを設けてウェハを加熱しながらの成膜は工程の

スループットを上げ、所望の膜質を得る堆積速度が得られる様に成膜プロセスを制御する技術である。

【0006】従来のヒーターを有する CVD 式成膜装置（以降 CVD 装置と略記する）の要部を成す成膜部の概略構成を図 7 に示す。従来の CVD 装置の成膜を行う成膜部 10 は、成膜環境を封止する反応室 6 と、反応室 6 の内部に配置されるヒーター 3 と反応室 6 の外部に置かれてヒーター 3 に電力を供給する電源 4 とにより構成される加熱部 8 と、基板 1 を支持する支持部 2 等を設けた構成とされている。

【0007】反応室 6 には反応ガス 7 を反応室 6 内に導入するガス導入口 6 a と排気口 6 b が設けてある。また導入口 6 a の先端は反応ガスが基板 1 の面に対して一様に供給されるようにノズル 5 となり、更にノズル 5 には反応ガス 7 の噴出口 5 a が多数開孔されている。

【0008】一方、支持部 2 は基板 1 をヒーター 3 に接触させないように基板 1 を支持している。このため基板 1 の裏面 1 b の面にも反応ガス 7 が供給され、膜の生成が行われる。

【0009】加熱部 8 の基板 1 を加熱する方法は種々あるが、反応性の高いガス（例えば Si_2H_6 、 Si_3H_6 等）を用いて成膜を行う場合は、反応室 6 の内壁を加熱すると反応室 6 の内壁に反応ガス 7 を材料にした膜が堆積し、CVD 装置の性能を変動させる原因となる（この現象をウォールデポジションと言う）。従って特に反応性の高いガスを反応ガスとする場合には、例えばランプ加熱のように加熱源を反応室外部にもった構造のものよりも、図 7 のようにヒーター 3 が反応室 6 の内部に配設できる構造とすることが望ましい。

【0010】この成膜部 10 において、反応ガス 7 による成膜が行われるプロセスを以下に述べる。

【0011】導入口 6 a を通ってノズル 5 を介し、噴出口 5 a より基板 1 に向かって噴出れた反応ガスは、基板 1 の 1 a 面に供給されると共に、ヒーター 3 との間に間隔を開けて支持された基板 1 の 1 b 面にも供給され反応ガス 7 の供給量と、反応を起こす基板 1 の面 1 a、及び 1 b の温度に応じた堆積速度で堆積し膜を形成する。

【0012】尚、この基板 1 の両面 1 a、1 b の温度はヒーター 3 によって制御される。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】しかし、図 7 に示した CVD 装置の成膜部 10 においては基板 1 を加熱するヒーター 3 が基板 1 の裏面 1 b 側にのみついた構造になっている。よって、ヒーター 3 と、ヒーター 3 に近接した 1 b 面との間を通過した反応ガス 7 は他の領域に在る反応ガス 7 よりも高温になり、高温の反応ガス 7 は裏面 1 b 側から 1 a 面側に基板 1 の外周辺部より回り込む。

【0014】従って 1 a 面側に回り込んだ高温の反応ガス 7 は 1 a 面の周辺部分により多く供給されるから 1 a 面に成膜される膜は周辺部分が中央部分より厚くなると

いう面内での厚さの分布を生じる。

【0015】この現象は、将来的にますます基板の大口径化が進むであろう半導体の工程において問題である。

【0016】更に半導体の製造工程には、微細かつ高性能化する半導体装置に製造過程で加わる高温によって特性の変動が生じることを避けるためプロセスの低温化への要求がある。しかしCVDによって成膜される膜の堆積速度は、高温（600℃以上）よりも低温（600℃以下）で温度により強く依存するという性質がある。

【0017】従って、今後この温度の分布による膜厚の不均一性は、ますます顕著になるであろうことが予測される。

【0018】半導体装置を製造する基板の面内で成膜される膜の膜厚が不均一であることは、そのまま基板面上に製造される半導体装置の特性に反映されて半導体装置の特性のバラツキ、及び歩留りの低下となる。

【0019】本発明は以上の点を鑑み、基板の表裏面に均一な膜厚の膜を成膜することが可能な半導体の製造装置を提供することを目的とするものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、請求項1記載の半導体の製造装置では、反応気体を導入する導入口、及び排気する排気口を有する反応室と、反応室内で被処理基板を支持する支持部と、電源より電力の供給を受けて被処理基板を加熱するヒーターとよりなり、ヒーターが、反応室内に設けられ、かつ被処理基板を挟んで、対向する位置に配置されることを特徴とするものである。

【0021】請求項2記載の半導体の製造装置では、電源を、ヒーターの全て、或いは一部において共通とすることを特徴とするものである。

【0022】請求項3記載の半導体の製造装置では、電源が、ヒーター毎に個々に設けられることを特徴とするものである。

【0023】請求項4記載の半導体の製造装置では、ヒーターがグラファイトを母材とすることを特徴とするものである。

【0024】請求項5記載の半導体の製造装置では、支持部が、被処理基板を載置して回転することを特徴とするものである。

【0025】請求項6記載の半導体の製造装置では、支持部が回転する速度を3rpm以上とすることを特徴とするものである。

【0026】

【作用】請求項1の発明によれば、ヒーターが、反応室内に被処理基板と共に配置されたことによってウォールデポジションを防ぎ、半導体の製造装置の特性が変動することが無くなる。また、ヒーターが互いに対向する位置に配置されることにより基板面内の温度が均一になることにより、温度に依存する膜の堆積速度を一様にし

て成膜される膜の厚さを均一にする。

【0027】請求項2の発明によれば、電源を、ヒーターの全て、或いは一部で共通とすることにより半導体の製造装置に具備するヒーターの数が抑えられ、装置の軽量小型化、製造コストの低減が可能である。

【0028】請求項3の発明によれば、電源を、ヒーターで個々に設けることにより、各ヒーターの温度制御が必要に応じて個別にできる。よって基板上の温度を均一にするための更に細かいヒーターの調整が可能となり、更に成膜される膜の膜厚を均一化することができる。

【0029】請求項4の発明によれば、ヒーターの母材をグラファイトとしたことにより、電源で加えた電力を効率良く熱に変換でき、電源の負担が低減できる。

【0030】請求項5の半導体の製造装置では、支持部が、被処理基板を載置して回転することによって、基板面内での温度分布、及び基板面に供給される反応ガス量を均一にして、さらに膜厚を均一にするものである。

【0031】請求項6の半導体の製造装置では、支持部が回転する速度を3rpm以上とすることにより、短時間の成膜においても膜厚を均一にすることができる。

【0032】

【実施例】本発明の第1実施例の半導体の製造装置20の概略構成を図1に示す。

【0033】本実施例の半導体の製造装置20はロードロック式の枚葉式CVD装置20（以下CVD装置20と言う）である。

【0034】図1中、102で示す架台には電源14、モーター15及びCVD装置20の操作を行う制御系等が内蔵されて、反応ガスのポンペと真空ポンプ100a、100bはCVD装置20とは別に配置されている。

【0035】架台102の上には基板搬入のための搬入口103aを有する基板搬入チャンバー103と、本実施例の要部を成す成膜部20aが載置されている。

【0036】成膜部20aを図2に拡大して示す。また、図5に図2の成膜部20aの平面図を、図6に成膜部20aを図2中矢印Aの方向から見た図を示す。

【0037】以下に図2、図5、図6を用いて成膜部20aの構成を説明する。

【0038】図2及び図6で示すように、成膜部20aは内部に装着された基板11に対して基板11を支持する支持部12と、支持部12を取り付けた支持軸12aと、基板11の温度をモニターする熱電対によるセンサー19aを具備した温度計19と、基板11を上面から加熱するヒーター13aと、基板11を下面から加熱するヒーター13bと、ヒーター13a及び13bに電力を供給する電源14等により構成される。

【0039】支持部12はウェハーを12b、12c、12dの3点で支持する構成になっており、支持部12の形状及び構造は、平面図5を参照すると理解しやす

い。搬入口103aから搬入された基板11は、搬送系11aにより一旦基板搬入チャンバー103に搬入される。基板搬入チャンバー103内は、基板11を取り込んで搬入口103aを閉じた後に、真空ポンプ100aにより内部を真空に引かれる。反応室16は、予め排気口16bと真空ポンプ100bの間のゲート16dを開けて、真空ポンプ100bを作動させることによって真空にされている。基板11は真空の状態の基板搬入チャンバー103から、真空の状態の反応室16へ搬送系11aによって搬入される。

【0040】反応室16での基板11の処理については、後述の成膜部20aの説明において述べるものとして、処理の終わった基板11は再び搬送系11aによって搬送され、搬入されたのと逆に真空状態の基板搬入チャンバー103を通して搬入口103aからCVD装置20の外部へと出る。

【0041】次に、図2に図1で示したCVD装置20の要部を成す成膜部20aの構成の詳細を示す。

【0042】16で示す反応室はステンレス製の略直方体の形状を有する容器である。反応室16内は、反応ガス導入口16aから反応ガス17を流入させつつ、反応ガス排気口16bから反応ガス17を排気し、両者の流量、或いは排気量を制御して、反応室16内の圧力を一定に保つよう構成されている。

【0043】反応室16の内部にはヒーター13a、13bが配置されて、ヒーター13a、13bに電力を供給する電源14は反応容器16の外部に設置されている。

【0044】本実施例では、二つのヒーター13a、13bを設け、基板11を上下方向から挟むように、かつ基板11の面に平行に配置したことを特徴としている。

【0045】また、基板11とヒーター13は間隔を持って配設されており、接触はしていない。

【0046】第1のヒーター13aは、基板11の上面11aに向けて対向するように配設された。また同様に第2のヒーター13bは基板11の下面11bと対向するように配設されている。従って、第1のヒーター13aは基板11の上面11aを加熱し、また第2のヒーター13bは基板11の下面11bを加熱する。

【0047】ヒーター13a、13bはグラファイト製である。グラファイトは熱導電性にれ、高温に耐えるヒーターに適する部材であるが、反応ガス17や、反応生成物を吸着して、かつその離脱が困難であるという欠点がある。このために、ヒーター13a、13bの反応ガス17に晒される表面にはSiCをコーティングして反応ガス17及び反応生成物がグラファイトに吸着されるのを防いでいる。

【0048】支持部12は反応室16内で基板11を載置するもにてあり、支持軸12aの先端に取付けられると共に、3点の支点12b、12c、12dが形成され

ている。基板11はこの支点12b、12c、12dにより基板11の下面にも反応ガスが供給される様に浮かした状態で支持される。

【0049】支持軸12aの下端部分はモーター15に接続されており、このモーター15により回転される構成となっている。また、15の回転速度は成膜時間が短くても、膜厚を均一にすることが可能な回転速度である3rpmに設定してある。更に支持部12の第1のヒーター3a及び第2のヒーター13bに対する位置を調整できるように反応室16の下部は蛇腹16cの構造を有している。

【0050】温度計19は、基板11の温度を測定するために反応室16に取り付けられている。温度計19のセンサー19aはヒーター13aに開孔された5mmφの穴を通して基板11の上面11aの極近傍まで延長されている。

【0051】次に、第1実施例のCVD装置20の効果を確認するため行った成膜実験について述べる。

【0052】尚成膜処理に際しては、反応ガスに特に反応性の高い Si_2H_6 を用いてSi膜の成膜を行った。また、比較のために基板1の片面のみを加熱する構成のヒーター3が設けられた成膜部10を有する従来のCVD装置(図7参照)でも同一の条件によって成膜を行った。

【0053】成膜実験を行うに際し、最初に基板11とする6インチウェハーを用意する。

【0054】続いてこの基板11を、図1に示すゲート16cより反応室内の支持部12上載置してゲート16cを閉める。

【0055】次いで反応ガス排気口16bより反応室16内の大気を排気すると共に、反応ガスの Si_2H_6 を10cc/minと N_2 1リットル/minを反応ガス導入口16aからして、反応室16を10Torrに保つ。

【0056】この状態下で基板11を挟むように配置された第1のヒーター13a、及び第2のヒーター13bに電源14で電力供給して所望の温度(例えば500℃)に設定し、基板11を加熱する。その後、基板両面11a、11bの温度が所望の温度に到達し、かつ定常状態になったことを温度計19で確認してから、支持軸12aを3rpmの速度で回転させつつSi膜1000Åを成膜した。

【0057】本実施例のCVD装置20で成膜したSi膜と、従来のCVD装置で成膜したSi膜を比較した結果を図3に示す。

【0058】本実施例のCVD装置20で1000Åに成膜されたSi膜の面内分布は、6インチウェハーの全領域に亘って±2%(|1000-各測定点における膜厚測定値|/1000×100%)以内であった。

【0059】これに対して基板の片面のみを加熱する構

成の従来のCVD装置を用いて、同一の条件で成膜したSi膜は、6インチウェハの中心から5cm以内の領域で±10%の面内分布を生じ、5cm以上離れたウェハ外周部では30%近くも厚膜化している。

【0060】この様な膜質の違いは、従来のCVD装置の成膜部10のヒーター3が基板1の下部にのみ配置されていたのに対して、本実施例のCVD装置20が、第1のヒーター13a及び第2のヒーター13bを有し、基板11の上面11a及び下面11bを共に加熱することによって生じるものである。

【0061】つまり、本実施例に係るCVD装置20により、基板11上に成膜されるSi膜の膜厚が均一化できるのは第1として、基板11の両面の温度の差異を無くすことによって基板11の下面の反応ガスが特に周囲と比べて高温になることが無くなり、基板11の下面11bより上面11aへ基板の外周部から回り込むことが無くなったこと、また、第2に基板11が支持軸12a、及び支持部12の回転によって成膜中に回転することで基板11に供給される反応ガス量、及び温度が一様になることによるものである。

【0062】以上の結果から、本実施例の半導体の製造装置20を用いることによって、基11全体の温度を均一化でき、 Si_2H_6 のように反応性の高いガスを用いても6インチウェハの全領域に亘って均一な膜を成膜することが可能であるとが確認された。

【0063】次に本発明の第2実施例の構成を図4に示す。尚、同図では本実施例の特徴が現れたCVD装置の成膜部30のみを拡大して示すものとする。

【0064】第2実施例のCVD装置の成膜部30は、ステンレス製の反応室26内に第1のヒーター23aと、第2のヒーター23bが、基板21を上下方向から挟むように配置されること、基板11は支持部22によって下面22bも反応ガスに晒されるよう浮かせて固定されること、更に基板21は成膜中に支持軸22aの回転に合わせて回転すること等の点で第1実施例のCVD装置20と同じ構成である。

【0065】但し、本実施例のCVD装置の成膜部30では、第1のヒーター23a、第2のヒーター23bでそれぞれ別個に電源24a、24bを持つことが特徴となる。

【0066】図4中、第1のヒーター23aに電力を供給する第1の電源を24a、第2のヒーター23bに電力を供給する第2の電源を24bとして示している。

【0067】この構成により、第1のヒーター23aと第2のヒーター23bの温度を別個に設定することが可能となる。

【0068】本実施例のCVD装置でも、CVD装置20で行った Si_2H_6 ガスによるSi膜の成膜を同様の条件で行った。この結果、本実施例のCVD装置で成膜した膜の膜厚分布は、図3に示したSi膜と等価の膜が

得られた。

【0069】また、CVD装置の反応室26内においては、反応ガス27の流れ、反応室26の構造等により、第1のヒーター23aと第2のヒーター23bが同じパワーで基板21を加熱しても上下面の膜厚が均一とならないことがある。そのような場合でも、本実施例のCVD装置の成膜部30は、第1のヒーター23aと第2のヒーター23bの温度を第1及び第2の電源24a及び24bを制御することにより別々に設定することが可能であるために、均一な膜厚の膜を成膜するのに有効である。

【0070】尚、本実施例では対向するヒーターをいずれも一組設けたが、プロセスの要求によって複数組のヒーターを設けることも可能である。この場合にはヒーターの電源は必要に応じて一部のヒーターのみを共通の電源で電力の供給を行うことも可能である。

【0071】また、第1、及び第2実施例ともに基板に対して平行にヒーターを配設したが、基板に対して垂直方向にヒーターを設置して、かつ基板を挟んで対向させる構成も考えられる。

【0072】更に、第1、第2実施例共に、半導体の製造装置を、いずれもCVD装置として述べたが、本発明の半導体の製造装置はCVD装置に限定されるものではない、他にもエピタキシャル気相成長装置、アニール装置、露光のプリベーク炉等への応用が考えられる。

【0073】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の半導体の製造装置は、請求項1の発明により、ウォールデポジションによる、半導体の製造装置の動作特性の変動が無いために、成膜条件と成膜される膜の膜厚の関係が安定して半導体の製造装置の信頼性を高めることができる。

【0074】また、ヒーターが互いに対向する位置に配置され、基板面内の温度を均一にすることによって均一な膜厚の膜を成膜することが可能となる。基板面内で、半導体装置を構成する膜が均一であることは、半導体装置によって製造される半導体装置の特性を均一にして、製品の歩留りを上げることができる。

【0075】請求項2の発明によれば、ヒーターの数が抑えられることにより操作、保守、設置が簡単に行えるようになる上、価格も低く抑えることができる。よって半導体の製造装置で製造する半導体装置を低価格で提供できる。

【0076】請求項3の発明によれば、各ヒーターの温度制御が必要に応じて個別にできるために、より成膜の条件を細かく設定できる。よって、より高品質な膜の成膜が可能である。

【0077】請求項4の発明によれば、電源で加えた電力を効率良く熱に変換できるために加熱に係る電力が少なく済み、半導体装置の製造コストを低くすることができる。

【0078】請求項5の発明によれば、さらに成膜中に基板を回転させることによって、成膜される膜の厚さを均一にすることができる。このため、製造される半導体装置の歩留り、及び信頼性を向上させることができる。

【0079】請求項6の半導体の製造装置では、成長速度が早く、しかも成膜する膜の厚さが薄い場合においても厚さが均一な膜を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施例のCVD装置の概略構成図である。

【図2】本発明の第1実施例の要部を成すヒーターを含む成膜部の概略構成図である。

【図3】本発明の第1実施例のCVD装置で成膜したSi膜と、従来のCVD装置で成したSi膜の膜厚分布を比較した結果を示す図である。

【図4】本発明の第2実施例の要部を成すヒーターを含む成膜部の概略構成図である。

【図5】図2の平面図である。

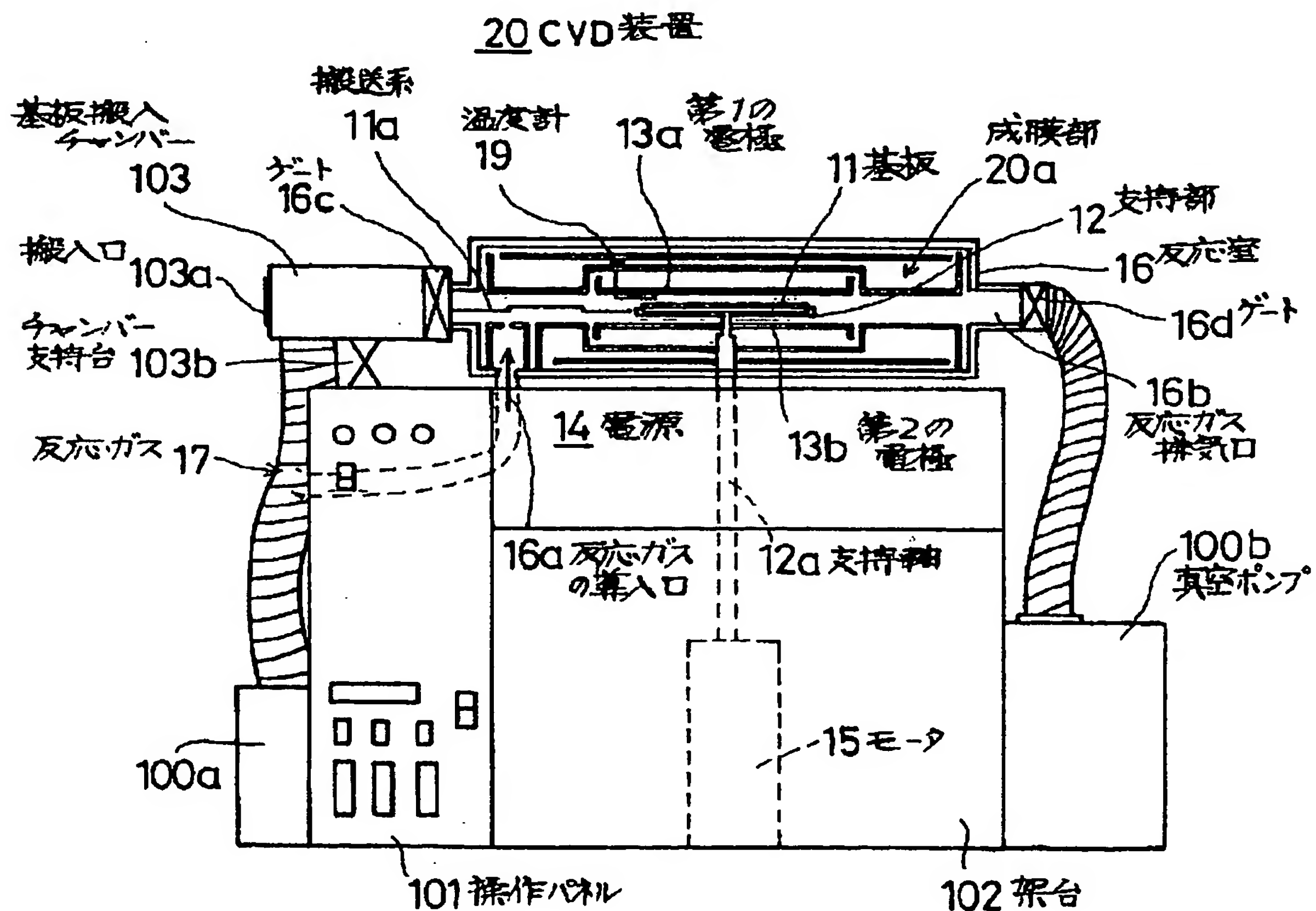
【図6】図2を図2中Aで示す方向から見た図である。

【図7】従来のCVD装置の要部を成すヒーターを含む成膜部の概略構成図である。

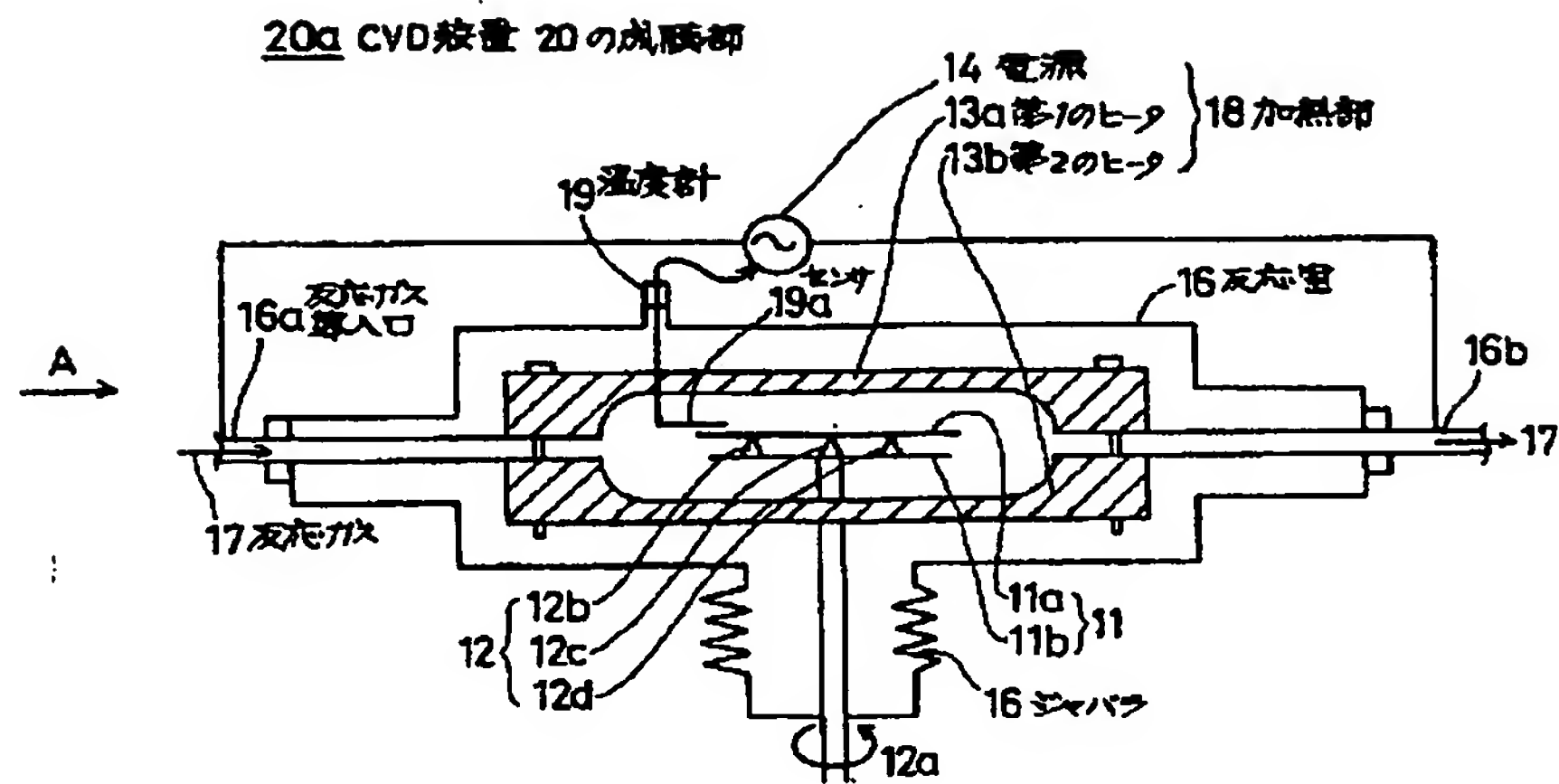
【符号の説明】

- 11a、21a 基板上面
- 11b、21b 基板下面
- 12、22 支持部
- 13a、23a 第1のヒーター
- 13b、23b 第2のヒーター
- 14 電源
- 24a 第1の電極
- 24b 第2の電極
- 16、26 反応室
- 17、27 反応ガス
- 30 CVD装置野成膜部
- 20 CVD装置
- 20a CVD装置の成膜部

【図1】

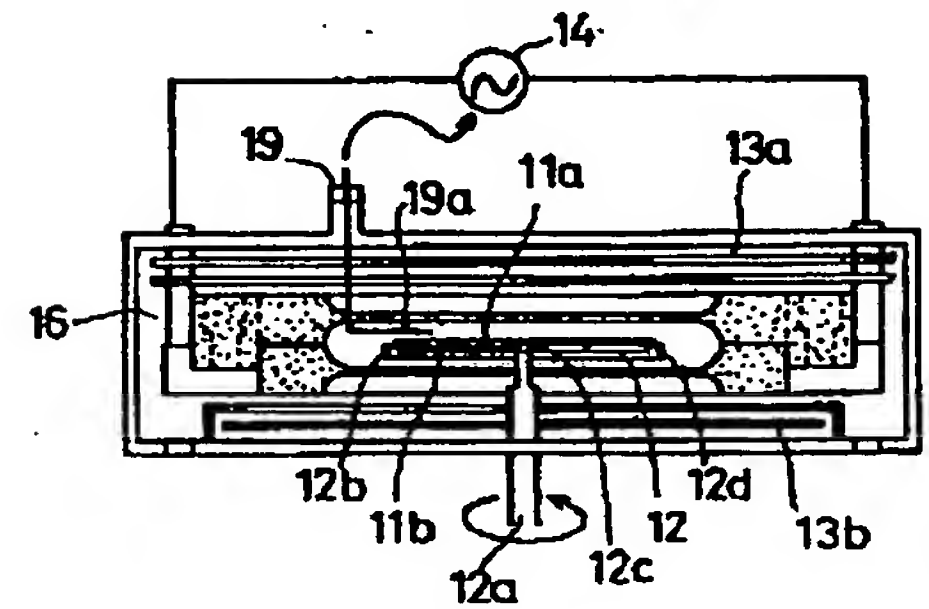


【図 2】

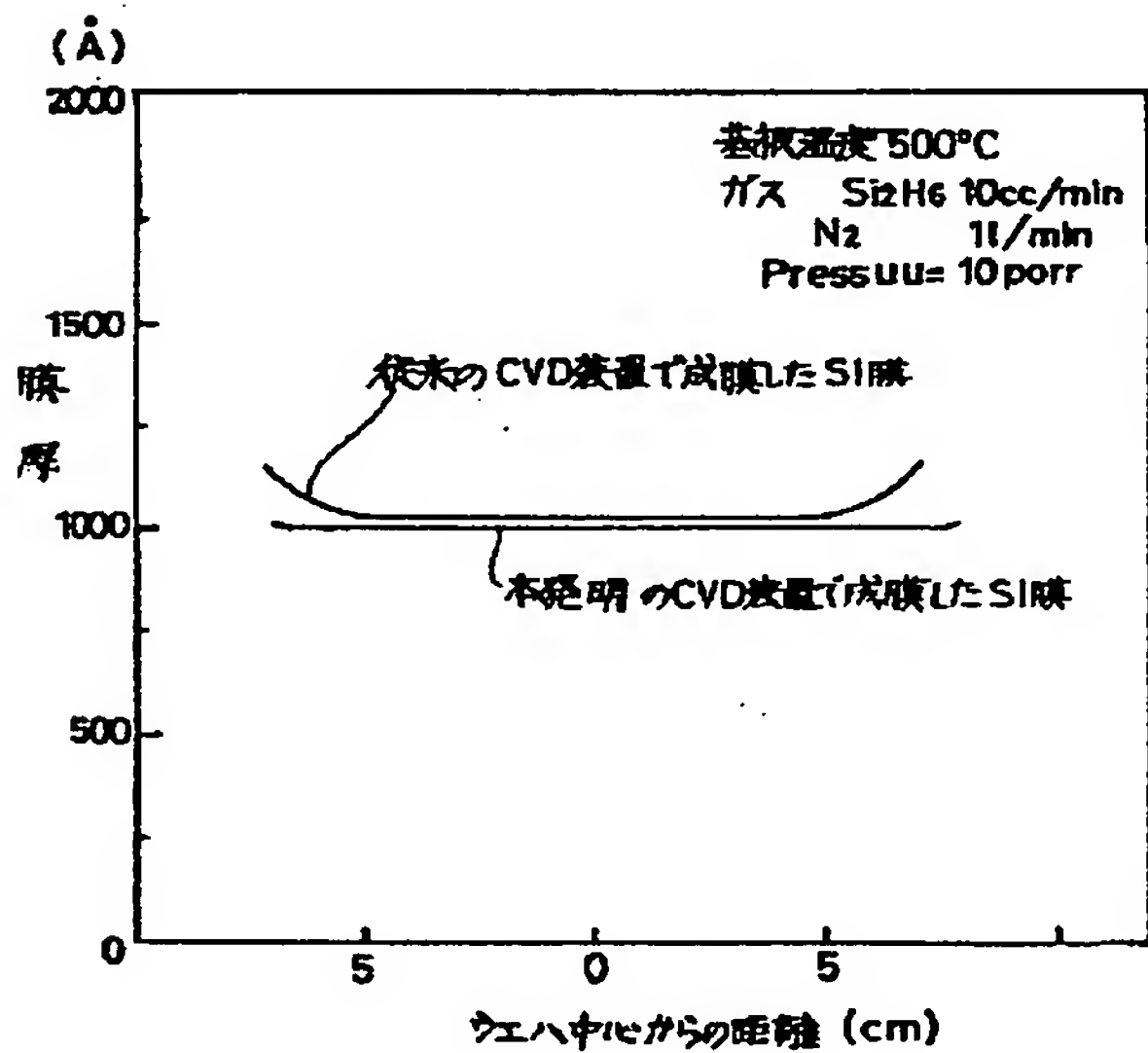


【図 6】

図2も矢印Aの方向から見た図

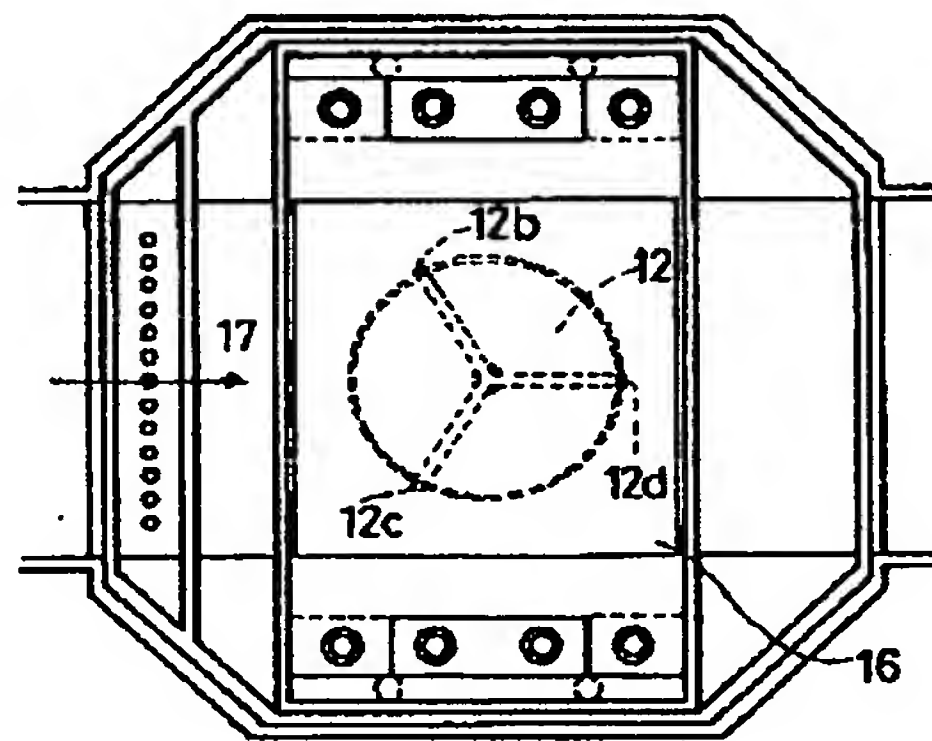


【図 3】

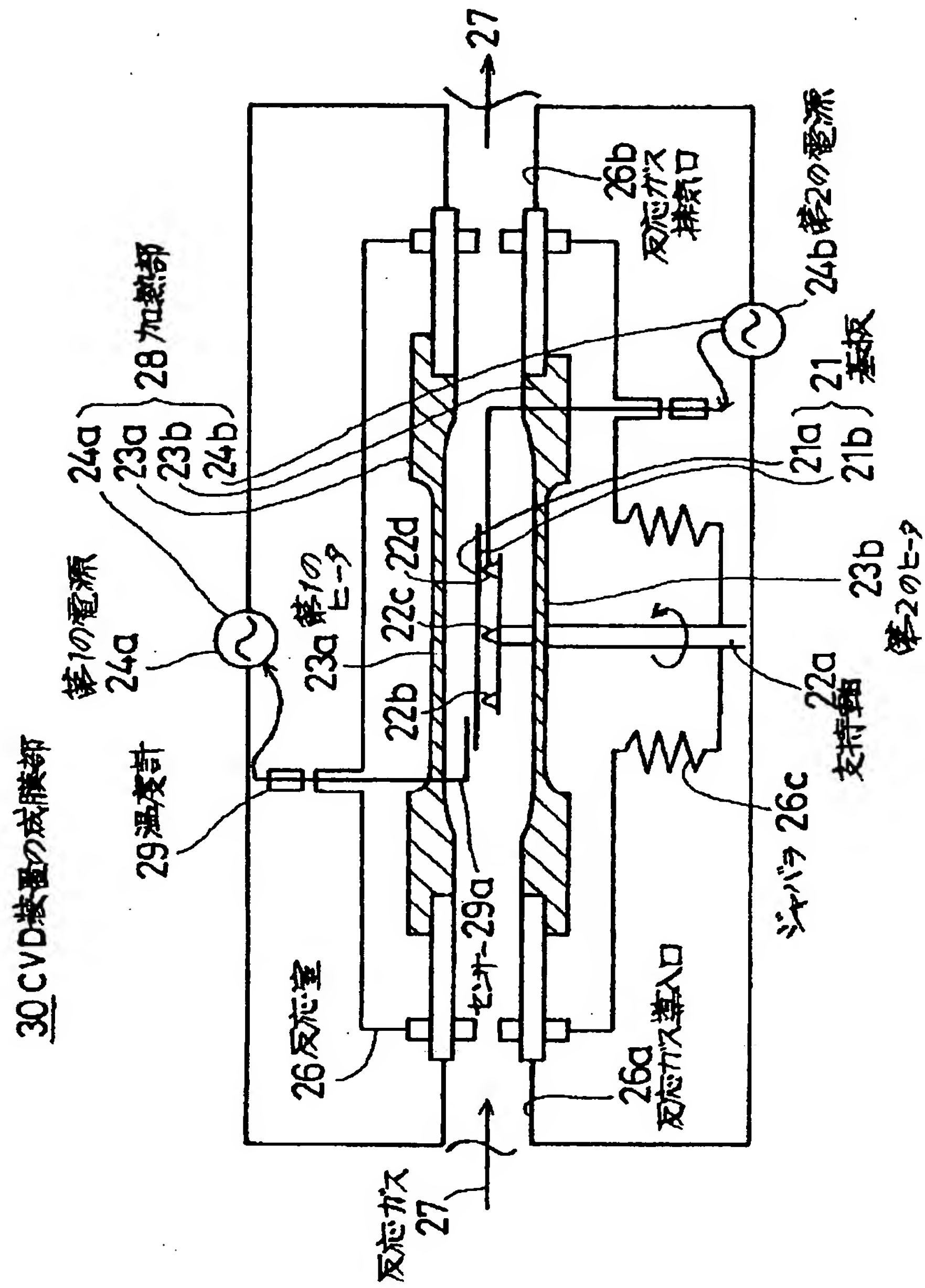


【図 5】

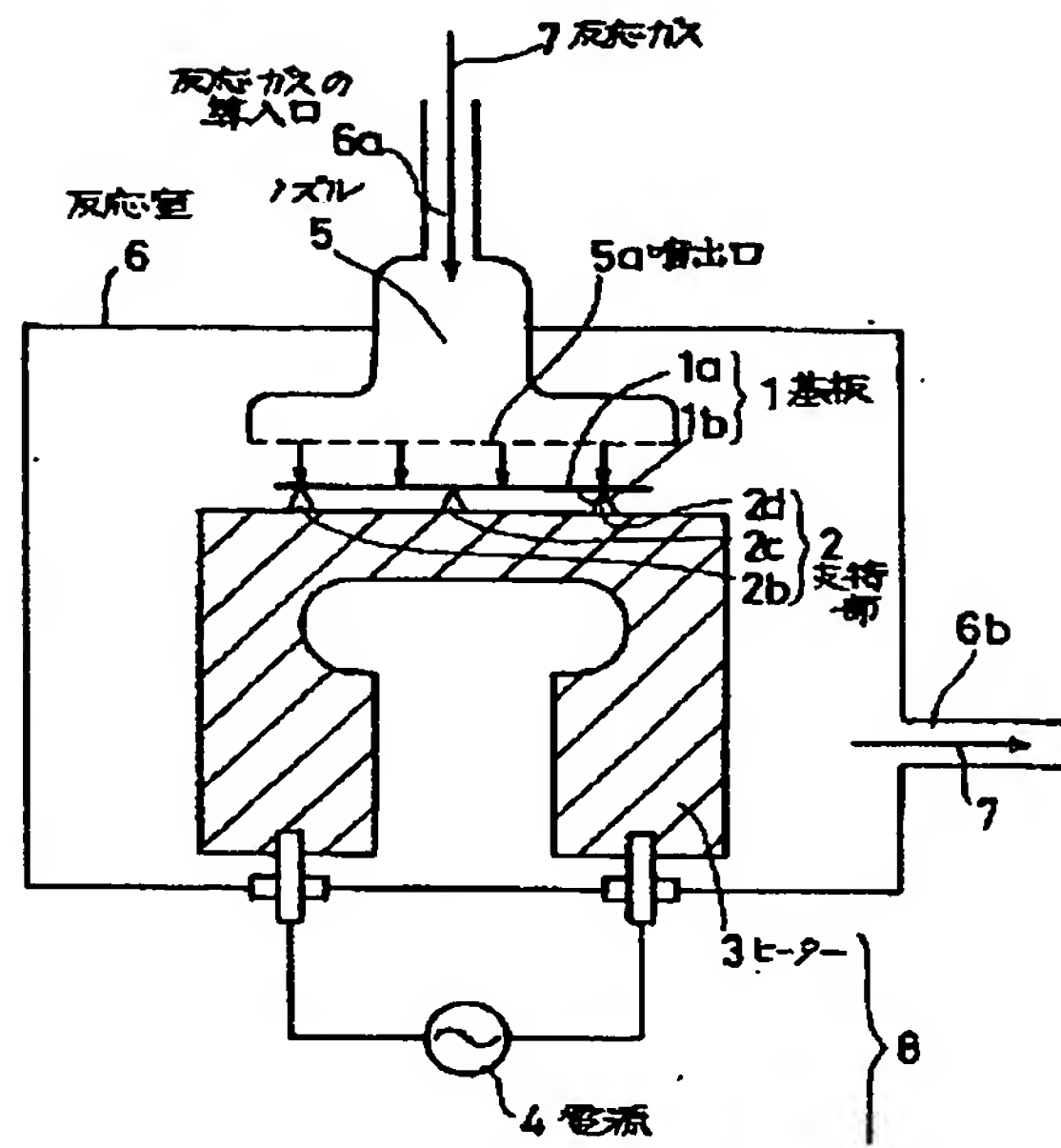
図2の上断面図



【図4】



【図7】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☒ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.